


СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»


_____ А.Д. Меньшиков



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

_____ Н.А. Цехан
_____ 2019 г.

Система измерения параметров двигателя Cold Test Machine CO-01
Методика поверки.
МП-083/02-2019

г. Москва
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерения параметров двигателя Cold Test Machine CO-01 (далее – система) предназначенную для измерений основных параметров при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания, таких как: крутящий момент силы на валу двигателя, давлений различных сред (газ, жидкость), напряжения постоянного тока, а также для дальнейшего преобразования входных аналоговых сигналов в цифровые значения физических величин (крутящего момента двигателя, давления газа (воздуха), жидкостей).

Интервал между поверками – один год.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.3	да	да
4 Определение допустимой погрешности измерительных каналов системы	6.4	да	да
4.1 Определение допустимой приведенной погрешности измерительных каналов давления	6.4.1	да	да
4.2 Определение допустимой приведенной погрешности измерительных каналов напряжения постоянного тока	6.4.2	да	да
4.3 Определение допустимой приведенной погрешности измерительного канала крутящего момента силы на валу двигателя	6.4.3	да	да

1.2 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

1.3 Не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов из состава системы для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Средства поверки

2.1. При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного СИ или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству	Метрологические характеристики СИ, требования к оборудованию
4	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 6Д (регистрационный номер 15500-12)	Диапазон измерений температуры воздуха от -20 до +60 °С, относительной влажности от 0 до 99 %, давления от 840 до 1060 гПа

6.4	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-190-А0 (регистрационный номер 58668-14)	Диапазон измерений от 0 до 60 МПа, предел допускаемой погрешности $\pm 0,03$ %
	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИВ-350-А0 (регистрационный номер 58668-14)	Диапазон измерений от -0,1 до 0,6 МПа, предел допускаемой погрешности $\pm 0,02$ %
	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-180-А (регистрационный номер 58668-14)	Диапазон измерений от 0 до 16 МПа, предел допускаемой погрешности $\pm 0,03$ %
	Мультиметр – калибратор АМ-7025 (регистрационный номер 47242-11)	Диапазон измерений от 0 до 10 В, предел допускаемой погрешности $\pm 0,003$ В
	Установки для поверки датчиков крутящего момента 21421, 21428 (регистрационный номер 40491-09)	Диапазон измерений от 5 до 1500 Н·м, предел допускаемой погрешности $\pm 0,02$ %
Примечание:		
1) допускается использование эталонов, не указанных в настоящей методике поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью		
2) все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации		

3 Требования безопасности

3.1 Работу с системой может производить персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже III, допущенный к работе на электроустановках до 1000 В.

3.2 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные по ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и указаниям по технике безопасности, оговоренными в технических описаниях, инструкциях по эксплуатации применяемых средств измерений и средств вычислительной техники

3.3 Для защитного заземления технологического оборудования и измерительной аппаратуры болты и клеммы, возле которых имеются знаки заземления, необходимо присоединить к контуру заземления, имеющемуся в помещении.

4 Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до + 25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 98,0 до 104,6

5 Подготовка к поверке

5.1 Выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности

5.2 Изучить эксплуатационные документы на поверяемую систему, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;

5.3 Выдержать систему в условиях окружающей среды, указанных в п. 4, не менее 4 ч, если она находилась в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 4;

5.4 Подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При проверке внешнего вида визуально оценивают:

- надежность крепления всех элементов системы;
- отсутствие механических повреждений;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

Изоляция электрической проводки системы не должна иметь повреждений.

Результат проверки считают положительным, если соблюдаются вышеуказанные требования.

6.2 Опробование

При опробовании осуществляется проверка правильности прохождения теста при включении системы в соответствии с эксплуатационной документацией.

Результат проверки считают положительным, если при прохождении теста отсутствуют ошибки.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО системы, номер версии встроенного ПО отображается мониторе ПК по запросу через меню интерфейса;
- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний для целей утверждения типа и указанными в Описании типа системы (приложение к Свидетельству об утверждении типа).

Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в Описании типа системы (приложение к Свидетельства об утверждении типа).

6.4 Определение допускаемой погрешности измерительных каналов системы.

6.4.1 Определение допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов давления.

Допускаемая погрешность γ_p определяется не менее, чем при 5-ти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерения, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующей нижнему и верхнему предельным значениям диапазона измерений. Измеренное цифровое значение давления считывают с ПК автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) системы. Допускаемая погрешность определяется при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших значений к меньшим (при прямом и обратном ходе), затем сравнивают показания системы и эталона.

Перед поверкой при обратном ходе каналы выдерживают в течение 5 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемой величины, соответствующей верхнему пределу измерений. Допускаемую погрешность канала, выраженную в % от диапазона измерений, определяют по формуле (1):

$$\gamma_p = \frac{P_{эт(i)} - P_{изм.(i)}}{P_{max} - P_{min}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где: $\gamma_{си}$ - допускаемая приведенная погрешность в % ;

$P_{эт}$ - значение давления, установленное на эталоне, МПа;

$P_{изм.}$ - значение давления измерительно канала, МПа;

P_{max} - значение давления, соответствующее верхнему пределу измерений канала, МПа;

P_{min} - значение давления, соответствующее нижнему пределу измерений канала, МПа;

Результат считают положительным, если погрешность измерительных каналов системы не выходит за пределы величин, указанных в таблице А1. Приложения А.

6.4.2 Определение допускаемой приведенной погрешности измерительных каналов напряжения постоянного тока

Допускаемая погрешность $\gamma_{(u)}$ определяется не менее, чем при 5-ти значениях диапазона измерений напряжения постоянного тока, равномерно распределенных в диапазоне измерения, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующей нижнему и верхнему предельным значения. Калибратор подключают к измерительным каналам системы, подают напряжение и снимают показания по цифровому индикатору на мониторе ПК автоматизированного рабочего места.

Допускаемую приведенную погрешность, выраженную в % от диапазона измерений, определяют по формуле (2):

$$\gamma_u = \frac{U_{эт(i)} - U_{изм.(i)}}{U_{max} - U_{min}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

где: $\gamma_{(u)}$ - допускаемая приведенная погрешность в % ;

$U_{изм.(i)}$ - измеренное значение напряжения постоянного тока, В;

$U_{эт.(i)}$ - эталонное значение напряжения постоянного тока на выходе из калибратора, В;

U_{max} - значение напряжения постоянного тока, соответствующее верхнему пределу измерений канала, В;

U_{min} - значение напряжения постоянного тока, соответствующее нижнему пределу измерений канала, В.

Результат считают положительным, если погрешность измерительных каналов системы не выходит за пределы величин, указанных в таблице А1. Приложения А.

6.4.3 Определение допускаемой приведенной погрешности измерительного канала крутящего момента силы на валу двигателя.

6.4.3.1 Проверка диапазона измерения крутящего момента силы на валу двигателя проводится нагружением крутящим моментом силы до верхнего предела измерений и разгрузением до нижнего предела измерения. Диапазон измерения крутящего момента силы на валу двигателя должен соответствовать значениям, приведенным в таблице А1 Приложения А.

6.4.3.2 Определение допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя проводить в следующей последовательности. К валу датчика крутящего момента силы 4502А, входящего в состав системы, установить рычаг установки для поверки датчиков крутящего момента 21421, 21428 (далее эталонная установка) и равномерно нагрузить, а затем разгрузить ступенями нагрузки распределенными в диапазоне измерений крутящего момента силы поверяемой системы, при этом число точек нагружения в диапазоне измерений должно быть не менее пяти. Нагружения проводят плавно (без ударов и рывков). Перемены знака нагрузки до окончания нагружения не допускаются. В случае несоблюдения этого требования цикл повторяют. Количество циклов нагружения: не менее трёх.

В каждой i -ой точке диапазона измерений для каждого j -ого цикла фиксируют показания табло цифровой индикации поверяемой системы при нагружении αN_{ij} (прямой ход), и при разгрузении αP_{ij} (обратный ход), которые в дальнейшем используют при расчётах метрологических характеристик системы.

По полученным результатам измерений, для каждой i -ой точки диапазона измерений, рассчитывают средние арифметические значения крутящего момента силы $\alpha_{n(p)i}$, Н·м (для прямого и обратного хода отдельно) по формуле (3):

$$a_{n(p)i} = \frac{\sum_j a_{n(p)ij}}{n} \quad (3)$$

где: n – число циклов нагружения,

Рассчитывают абсолютное значение систематической составляющей погрешности по формуле (4):

$$\Delta_{ci} = \bar{a}_{n(p)i} - a_i \quad (4)$$

где a_i - действительное значение крутящего момента силы в поверяемой точке нагрузки, воспроизводимое эталонной установкой, Н·м.

Рассчитывают абсолютное значение вариации показаний V_i , Н·м, по формуле (5):

$$V_i = \bar{a}_{ni} - \bar{a}_{pi} \quad (5)$$

Проводят оценку среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности Δ_{vi} , с учётом вариации показаний по формуле (6):

$$\Delta_{vi} = \sqrt{\frac{\sum_j (\bar{a}_{ni} - \bar{a}_{ij})^2 + \sum_j (\bar{a}_{pi} - \bar{a}_{ij})^2}{2n-1} + \frac{V_i^2}{12}} \quad (6)$$

Оценку суммарной погрешности системы Δ_i проводят по формуле (7):

$$\Delta_i = 2 \times \Delta_{vi} + \Delta_{ci} \quad (7)$$

Допускаемую приведенную к верхнему пределу измерений погрешность измерений крутящего момента силы на валу двигателя системы в поверяемых точках рассчитывают по формуле (8):

$$\delta_i = \frac{\Delta_i}{A_i} \times 100\% \quad (8)$$

Где A_i - верхний предел измерений крутящего момента силы системы, Н·м.

За допускаемую приведенную к верхнему пределу измерений погрешность измерений крутящего момента силы на валу двигателя системы принимают максимальное значение из всех рассчитанных величин δ_i , %.

Результат проверки диапазона измерения крутящего момента силы на валу двигателя и определения допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений крутящего момента силы на валу двигателя считают положительным, если погрешность измерительных каналов системы не выходит за пределы величин, указанных в таблице А1. Приложения А.

7 Оформление результатов поверки

7.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки в свободной форме. Результаты поверки оформляют в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

7.2 Результатом поверки является подтверждение пригодности средства измерений к применению или признание средства измерений непригодным к применению.

7.3 При положительных результатах поверки, систему признают годной к применению. Знак поверки наносят в паспорт и выдают свидетельство о поверке.

7.4 Если система по результатам поверки признана непригодной к применению, выписывается «Извещение о непригодности».

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.В. Гуря

Начальник сектора лаборатории №445
ФБУ «Ростест-Москва»



А.В. Колдашов

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики системы

Таблица А1 – Метрологические характеристики системы

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений ИК избыточного давления, МПа	от 0,02 до 0,3 от 0 до 1,0
Пределы допускаемой приведенной погрешности ИК избыточного давления (% от диапазона измерений), для диапазонов измерений: от 0,02 до 0,3 ¹⁾ от 0 до 1,0 ²⁾	±2,0 ±1,0
Диапазоны измерений ИК напряжения постоянного тока, В	от 0 до 5 от -5 до 5
Пределы допускаемой приведенной погрешности ИК напряжения постоянного тока (% от диапазона измерений)	±2,0
Диапазон измерений ИК крутящего момента силы на валу двигателя, Н·м	от 5 до 500
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности ИК крутящего момента силы на валу двигателя, %	±2,0
¹⁾ В качестве первичного измерительного преобразователя используется - S552-18221;	
²⁾ В качестве первичного измерительного преобразователя используется - VPRT (F)	